MANUAL DE OPERACIÓN

Medidor de Espesores Ultrasónico

DR–4

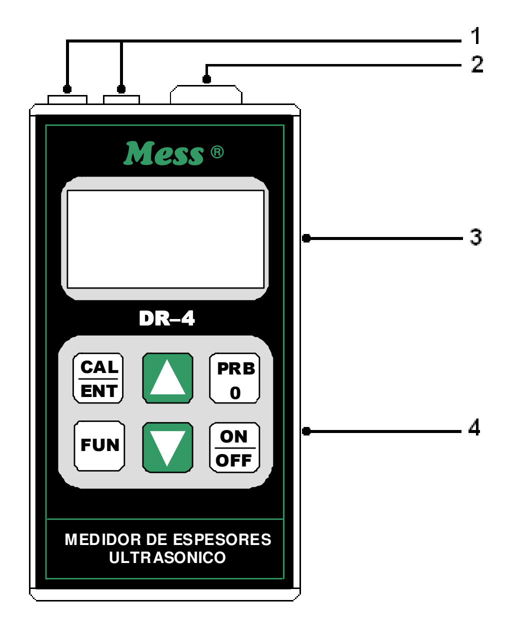
Mess s.a. **Soluciones al Servicio de su Calidad**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

El medidor de espesores **Mess** modelo ***DR-4***, es un micrómetro ultrasónico de precisión. Basado en el mismo principio de operación del SONAR , el ***DR-4*** es capaz de medir materiales con una precisión de ± 0.01 milímetro, ó ± 0.001 pulgada (inch). La principal ventaja de la medición por ultrasonido, sobre los métodos tradicionales, es que las mediciones por ultrasonido pueden realizarse teniendo acceso a sólo una de las caras del material que se está midiendo.

Este manual de instrucciones tiene tres secciones. La primera trata acerca de las operaciones del ***DR-4*** y explica los controles del teclado y el display. La segunda sección provee una guía para seleccionar el tipo de transductor más adecuado para una aplicación específica. La última sección provee notas de aplicaciones y una tabla de los valores de la velocidad de propagación del sonido para distintos materiales.



1 - Conectores LEMO, permiten una rápida y segura conexión del transductor.

2 - Bloque patrón para la puesta a "cero" y tapa del portapilas.

3 - Indicador digital multifunción.

4 - Teclado de control.

PRESTACIONES

Existen **dos versiones** del medidor de espesores ***DR-4*** :

- **Básico**
- **Data Logger**

El ***DR-4*** posee un conjunto de **funciones** por las cuales se pueden fijar valores máximos y mínimos de referencia, utilizados para activar alarmas o usar el equipo de manera de obtener lecturas en modo diferencial.

Además dispone de **iluminación** en el display y la posibilidad de activar o desactivar una **señal sonora**.

VISOR MULTIFUNCIÓN

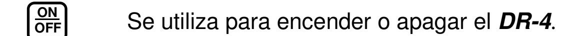
La parte numérica del visor tiene 4 números completos precedidos por un "1" principal, y es usada para mostrar los valores numéricos, como así también palabras simples, para indicar estados durante la operación.

NOTA: Cuando se esté tomando una medición, en la parte superior izquierda del visor, aparecerá una flecha indicando que se está haciendo acoplamiento sobre la muestra ensayada.

El visor mantendrá el último valor medido, hasta que se haga una nueva medición.

TECLADO

El ***DR-4*** posee un teclado con el cual el operador puede relacionarse con el equipo de manera sencilla. A continuación se detallan las funciones de cada una de las teclas:



ON/OFF Se utiliza para encender o apagar el ***DR-4***.

FUN Permite acceder al menú de **funciones adicionales**.

PRB 0 Se usa para realizar una "puesta a cero" del ***DR-4***.

CAL ENT Se utiliza durante el procedimiento de **calibración básica** y para **aceptar** la opción del menú deseada.

▲ ▼ Permiten **incrementar** o **decrementar** un valor numérico necesario para fijar un valor de espesor para el procedimiento de CALIBRACIÓN o para los modos DIFERENCIAL, ALARMAS, INDICACIÓN SONORA y FILE.

TRANSDUCTOR



El transductor es el componente “fundamental" del ***DR-4***. Transmite y recibe las ondas ultrasónicas que el ***DR-4*** usa para calcular el espesor del material que está midiendo. El transductor se conecta al ***DR-4*** por medio del cable adjunto, y dos conectores coaxiales. Cuando se usen transductores provistos por ***Mess s.a.*** ***Instrumentos de Medición y Control*** , la conexión de los conectores es indistinta.

El transductor debe ser usado correctamente a fin de que el ***DR-4*** realice una medición precisa y confiable. A continuación hay una breve descripción del transductor, seguida de instrucciones para su uso.



Esta es la vista inferior de un transductor típico. Están visibles dos semicírculos, lo mismo que la barrera que los separa. Uno de los semicírculos es el encargado de enviar el ultrasonido hacia el material ensayado, y el otro semicírculo es el encargado de recibir el eco del ultrasonido. Cuando el transductor es colocado contra el material,

directamente debajo de esta área (la del transductor) se encuentra el centro del lugar ensayado.



Esta es una vista superior de un transductor típico. Presione sobre la parte superior con el dedo pulgar o índice para mantener el transductor en su lugar. Una presión moderada es suficiente, sólo la necesaria para mantener el transductor fijo sobre la superficie que está siendo medida.

REALIZANDO MEDICIONES

Para concretar esta tarea, no debe haber burbujas de aire entre la cara del palpador y la superficie del material ensayado. Esto se facilita con el uso de un fluído viscoso, comúnmente llamado "acoplante". Este fluído sirve para "acoplar", o transmitir, la onda ultrasónica desde el transductor, hacia el material, y viceversa. Antes de hacer una medición, debe aplicarse una pequeña cantidad de acoplante sobre la superficie del material a ser medido. Generalmente, una gota de acoplante es suficiente. Luego de aplicado el acoplante, presione el transductor firmemente contra el área a ser medida. Si el acople es correcto se encenderá el Indicador de

Acoplamiento. Si el ***DR-4*** ha sido puesto a "cero" *(ver pág. 11)* y se ha colocado la velocidad del sonido correcta *(ver pág. 14)*, el número que aparece en el display indicará el espesor del material que está directamente debajo del transductor.

Si el Indicador de acoplamiento no se enciende, o los números del display parecen erráticos, primero controlaremos que haya una adecuada cantidad de acoplante debajo del transductor, y que el mismo esté en contacto con el material. Si las condiciones persisten, puede ser necesario seleccionar un transductor diferente (en tamaño / frecuencia) para el material ensayado *(ver pág. 24 para información acerca de la selección de transductores)*.

Importante

Ocasionalmente, una pequeña película de acoplante puede quedar depositada sobre el transductor cuando éste es retirado de la superficie medida. Si esto sucede, el ***DR-4*** puede realizar una medición a través de la película de acoplante, resultando una indicación en el display que es diferente a la que debe ser.

CONDICIÓN Y PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

En toda medición ultrasónica, la forma y rugosidad de la superficie ensayada son de principal importancia. Las superficies rugosas, irregulares pueden limitar la penetración del ultrasonido a través del material, resultando mediciones inestables, y por lo tanto no confiables. La superficie que está siendo medida debe estar limpia y libre de cualquier partícula de materia, moho, o costras. La presencia de ello impedirá al transductor acoplarse adecuadamente con la superficie. Frecuentemente, un cepillo de alambre o rasqueta serán útiles en la limpieza de las superficies. En casos más extremos, pueden ser usados arenadores o amoladoras, aunque se debe tener cuidado para evitar generar superficies con estrías, las que impedirán al transductor hacer un buen acoplamiento.

Las superficies muy rugosas, tales como las de algunas fundiciones de hierro, crearán una mayor dificultad para medir. Esta clase de superficies actúan sobre el haz de sonido como el vidrio opacado sobre la luz: el haz se vuelve difuso y es dispersado en todas direcciones.

Las superficies rugosas contribuyen al excesivo desgaste del transductor, particularmente en situaciones donde con el transductor se hace un "barrido" de la superficie. Los transductores deben ser inspeccionados regularmente, por los signos de desgaste irregular de su

cara. Si la cara está gastada en uno de sus lados más que en el otro, el haz del sonido que penetra en el material puede ya no ser perpendicular a la superficie del material. En este caso, será difícil localizar pequeñas irregularidades en el material ensayado, puesto que el foco del haz del sonido ya no se halla directamente debajo del transductor.

ENCENDIDO

Para encenderlo presione la tecla [ON/OFF]. El ***DR-4*** realiza un proceso interno de incialización en el cual muestra el modelo y la versión del programa.

PUESTA A CERO

Calibrar a cero el ***DR-4*** es importante por la misma razón que poner a cero un micrómetro mecánico lo es. Si el equipo no es puesto a cero correctamente, todas las mediciones que el equipo haga serían erróneas en un número fijo. Cuando el ***DR-4*** es puesto a cero, este valor de error fijo es automáticamente corregido para todas las mediciones subsiguientes.

El ***DR-4*** puede ser puesto a cero mediante el siguiente procedimiento:

Realizando una Puesta a Cero

1) Encienda el ***DR-4*** .
2) Conecte el transductor al ***DR-4***. Asegúrese que los conectores estén
3) En la tapa superior del ***DR-4***, junto con los conectores, está el disco patrón de metal. Aplique una gota de acoplante a la cara del disco.
4) Presione la tecla [PRB 0] . El ***DR-4*** mostrará la indicación [***Prb0***].
5) Mantenga el transductor firmemente acoplado al disco patrón y al cabo de un instante el ***DR-4*** mostrará [***0.00***] .
6) Retire el transductor del disco patrón.

En este punto, el ***DR-4*** ya tiene calculado su factor de error interno, y compensará, con relación a éste, cualquier medición subsiguiente.

NOTA: Durante el procedimiento de puesta a cero se puede volver al modo medición presionando la tecla [PRB 0] , quedando anulado dicho procedimiento.

Aunque el ***DR-4*** "recordará" la última puesta a cero realizada, generalmente es una buena medida realizar una puesta a cero cada vez que el instrumento sea encendido, al igual que cuando un transductor diferente sea utilizado. Esto asegurará que el instrumento esté, siempre, correctamente puesto a cero.

CALIBRACIÓN

A fin de que el ***DR-4*** tome mediciones precisas, debe estar puesta la velocidad del sonido correcta para el material ensayado. Diferentes tipos de material tienen distintas velocidades del sonido. Por ejemplo, velocidad del sonido en el acero es de 5920 metros-por-segundo y la del aluminio, es de alrededor de 6320 metros-por-segundo. Si en el equipo no está prefijada la velocidad correcta del sonido, todas las mediciones que se hagan serán erróneas en algún porcentaje fijo.

El ***DR-4*** provee dos métodos simples de calibración, descriptos en las páginas siguientes.

Calibración con un espesor conocido

NOTA: Este procedimiento requiere conocer el espesor exacto de la muestra del material a ser medido, p. ej. a partir de de la medición de esa muestra por algún otro medio (calibre, micrómetro,etc.).

1) Encienda el ***DR-4***.
2) Realice una puesta a cero (*ver pág. 11*).
3) Aplique acoplante a la muestra.
4) Apoye firmemente el transductor sobre la muestra. El visor debe mostrar algún (probablemente incorrecto) valor de espesor.
5) Presione la tecla CAL/ENT. El visor muestra ***ESP*** y posteriormente el valor medido.
7) Use las teclas ▲ y ▼ para ajustar el valor mostrado en el visor con el espesor conocido de la muestra.
8) Presione otra vez la tecla CAL/ENT. El ***DR-4*** mostrará ahora el mensaje ***VEL*** y luego la velocidad sónica, calculada en base al dato colocado en el paso 7.
9) Presione la tecla CAL/ENT una vez más para salir del modo calibración.

El ***DR-4*** está ahora listo para realizar mediciones.

Calibración con una velocidad conocida

NOTA: Este procedimiento requiere que el operador conozca la velocidad del sonido del material a ser medido . Una tabla de los materiales más comunes y su velocidad de propagación del sonido puede encontrarse en el **Apéndice C**.

1) Encienda el ***DR-4*** .
2) Presione la tecla CAL/ENT para entrar en el modo calibración. El visor muestra el mensaje ***VEL*** y posteriormente la velocidad ultrasónica del ultimo material medido.
3) Use las teclas ▲ y ▼ para ajustar el valor mostrado en el visor con el valor de velocidad ultrasónioca conocido.
4) Presione la tecla CAL/ENT una vez más para salir del modo calibración.

El ***DR-4*** está ahora listo para realizar mediciones.

Es aconsejable, para alcanzar mediciones más precisas, que se calibre el ***DR-4*** con una muestra de espesor conocido. Así el equipo estará lo más cerca posible de la velocidad del sonido del material a ser ensayado. La composición del material (y por ende, su velocidad de propagación) varía según el lote y el fabricante.

FUNCIONES ADICIONALES

El ***DR-4*** ofrece la posibilidad de predeterminar valores para trabajar en modo diferencial y establecer alarmas, visuales y sonoras para dar aviso en los casos que los valores de las mediciones obtenidas superen o no alcancen los valores deseados.

En el caso del modelo ***DR-4 DL*** también permite manejar las funciones de archivo.

Además puede seleccionarse el modo de iluminar el visor.

Para ello dispone de las siguientes funciones adicionales:
UNIDAD DE MEDICIÓN / ALARMA SUPEROR / ALARMA INFERIOR / INDICACIÓN SONORA / ILUMINACIÓN / FILE (sólo disponible en ***DR-4 DL***) / ESCAPE (salida del menú de funciones adicionales).

Para acceder a estas funciones se debe oprimir la tecla [FUN] la cual permite pasar al modo menú y recorrer las distintas opciones. Una vez seleccionada la función deseada, se ingresa a la misma con la tecla [CAL/ENT] .

NOTA: Una vez seleccionada una determinada opción del menú de funciones adicionales, se puede volver al modo MEDICIÓN presionando la tecla FUN .

I) UNIDAD DE MEDICIÓN

El ***DR-4*** ofrece la posibilidad de seleccionar la unidad de medición procediendo de la siguiente forma:

- Para ingresar a este modo presione la tecla FUN hasta que el visor muestre el mensaje ***UnId*** .
- Luego oprima la tecla ENT para acceder a esta función.
- Con las teclas ▲ y / o ▼ seleccione ***MM*** **milímetros** o
- ***PUL*** **pulgadas**.
- Luego, presione la tecla CAL/ENT para confirmar la selección y volver al modo medición.

II) MODO ALARMAS

El ***DR-4*** permite predeterminar alarmas de límite superior y/o límite inferior, que pueden activarse en forma independiente o ambas a la vez. Para programarlas proceda de la siguiente manera:

- Para ingresar a este modo presione la tecla FUN hasta que el visor muestre el mensaje ***ALr ¯*** / ***ALr _*** (**Alarma Superior** / **Inferior**) según la opción deseada.
- Luego oprima la tecla CAL/ENT para seleccionar el **MODO ALARMA** deseado. En el visor un valor se leerá ***0.0*** .
- Con las teclas ▲ y / o ▼ ajuste la lectura del visor hasta llegar al valor de recubrimiento que se quiere predeterminar.
- Entonces, ingrese este valor con la tecla CAL/ENT , en el visor aparecerá el mensaje ***ALr¯*** / ***ALr_*** (según la opción deseada) e inmediatamente ***On*** .

Una vez seleccionada esta función, al tomar una medición el ***DR-4*** mostrará en el visor el valor de dicha medición acompañado de ¯ ¯ ¯ (barras superiores del visor encendidas) / _ _ _ (barras inferiores del visor encendidas) según supere o no alcance el valor de alarma predeterminado, a la vez que emite una señal sonora (si está activada la INDICACIÓN SONORA).

Desactivar Alarmas

- Para desactivar la función **ALARMAS** presione la tecla [FUN] hasta que el visor muestre el mensaje [ALr‾] / [ALr_] .
- Luego oprima la tecla [CAL/ENT] para seleccionar el **MODO ALARMA** deseado. Aparecerá en el visor el mensaje [ALr‾] / [ALr_] e inmediatamente [OFF] retornando al modo MEDICIÓN.

NOTA: En algunas aplicaciones resulta útil combinar las funciones de **ALARMA** con el **MODO DIFERNCIAL** .

III) INDICACIÓN SONORA

El ***DR-4*** ofrece la posibilidad de activar / desactivar una señal sonora o BEEPER.

Este BEEPER sirve para utilizarlo combinado con las funciones de ALARMA, a la vez de servirnos como advertencia cuando no está conectado el transductor o también como señal de confirmación cuando se presiona una de las teclas.

Para poder fijar este modo proceda de la siguiente forma:

- Presione la tecla FUN hasta que el visor muestre el mensaje ***bEEP***
- Luego oprima la tecla CAL/ENT para seleccionar el **MODO BEEPER**. Con las teclas ▲ y / o ▼ puede activarlo / desactivarlo cambiando el estado del mismo. En el visor se leerá ***On*** / ***OFF*** .
- Posteriormente oprima la tecla CAL/ENT , en el visor aparecerá el mensaje ***bEEP*** e inmediatamente ***On*** u ***OFF*** , retornando al modo MEDICIÓN.

IV) ILUMINACIÓN

El ***DR-4*** posee un visor provisto con Back Light para facilitar su lectura cuando se realizan ensayos en lugares oscuros como por ejemplo en el interior de un tanque.

Existen dos posibilidades de iluminación: se puede utilizar el ***DR-4*** de manera que su visor permanezca siempre encendido, o se encienda solamente cuando se está tomando una medición. Esta última posibilidad permite el ahorro del consumo de las baterías.

Para poder fijar este modo proceda de la siguiente forma:

- Presione la tecla FUN hasta que el visor muestre el mensaje ***LItE***
- Luego oprima la tecla CAL/ENT para seleccionar el **MODO ILUMINACIÓN**.
- Con las teclas ▲ y / o ▼ puede activarlo / desactivarlo cambiando el estado del mismo. En el visor se leerá ***On*** / ***AUtO*** / ***OFF*** .
- Posteriormente, oprima la tecla CAL/ENT , en el visor aparecerá el mensaje ***LItE*** e inmediatamente ***On*** u ***OFF*** , retornando al modo MEDICIÓN.

NOTA: Al utilizar el Back Light del visor, el consumo de las baterías es mayor, provocando una disminución en la autonomía de las mismas.

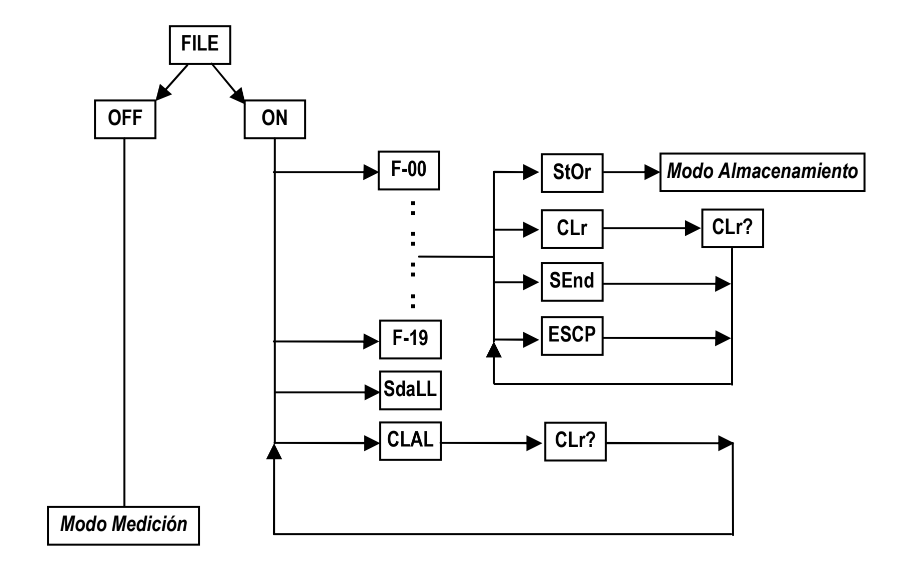
V) FILE

NOTA: Esta aplicación sólo está disponible en los modelos versión ***DL*** (*Data Logger* o módulo de almacenamiento y manejo de datos)

El ***DR-4 DL*** ofrece la posibilidad de almacenar y manejar datos, para lo cual consta de 20 archivos o FILES (**F-00; F-01…F-19**). Cada uno de estos

archivos tiene una capacidad de almacenamiento de 50 posiciones de memoria o LOCACIONES (**L-00; L-01…L-49**) en las que pueden guardarse valores correspondientes a una tanda de mediciones realizadas.

El diagrama siguiente corresponde al mapa de funciones de la aplicación **FILE**.



A continuación se detalla como operar con las funciones de la aplicación **FILE**.

- Para ingresar a este modo presione la tecla FUN hasta que el visor muestre el mensaje ***FILE*** .
- Luego oprima la tecla CAL/ENT para acceder a esta función.
- Con las teclas ▲ y / o ▼ seleccione ***On*** / ***OFF*** para ingresar / salir de esta aplicación.
- Si se desea ingresar a **FILE** , una vez seleccionada la opción **On**, presione la tecla CAL/ENT y de esta amanera se accede a un listado de 20 archivos (**F-00 a F-19**) y a las funciones SEND ALL (***SdALL***) y CLEAR ALL (***CLAL***) .

SEND ALL: permite enviar los datos que se encuentran almacenados en todos los FILES (20 archivos) al dispositivo que se encuentre conectado al ***DR-4 DL*** (utilizando el cable RS232 provisto con el equipo) en el momento de realizar la transmisión.

CLEAR ALL: elimina los datos almacenados en todos los FILES. Una vez seleccionada esta función con la tecla CAL/ENT , en el visor aparecerá el mensaje ***CLr?*** , oprima la tecla CAL/ENT para confirmar o FUN para salir al nivel precedente.

Al ingresar a uno de los 20 archivos (**F-00 a F-19**) con la tecla [CAL/ENT] , se accede a un submenú con las siguiente opciones: STORE / CLEAR / SEND / ESCAPE. Para recorrerlas, oprima las teclas ▲ y / o ▼. Para acceder a estas funciones, presione la tecla [CAL/ENT] .

Almacenamiento de Datos

Como ya se ha mencionado anteriormente, el ***DR-4 DL*** permite almacenar datos en 20 FILES, cada uno de los cuales dotado de 50 LOCACIONES o posiciones de memoria. Si se quiere almacenar valores obtenidos de una tanda de ensayos realizados, se debe proceder de la siguiente forma:

- Seleccione uno de los 20 FILES y oprima [CAL/ENT] para ingresar a dicho archivo.
- Seleccione ***StOr*** presionando [CAL/ENT].
- El visor mostrará en un primer instante el número de Locación (**L-00** a **L-49**) e inmediatamente después, el estado de esa locación: si está vacía mostrará ***LCLr*** y si tiene acumulado un valor, mostrará dicho valor, que corresponderá al valor de una medición almacenada.

  Con las teclas ▲ y / o ▼ se pueden recorrer cada una de las 50 Locaciones.

- Tome una medición sobre el material a ensayar y mientras se esté **haciendo acoplamiento**, oprima la tecla [CAL ENT] para ingresar el dato que se desea almacenar. Automáticamente, el DR-4 DL incrementará en uno la Locación, pasando a la siguiente.
  Si se desea borrar ese dato, se debe presionar la tecla [PRB 0] y en el visor aparecerá el mensaje ***LCLr*** indicando que la locación está vacía.

Eliminar datos de un archivo

Se pueden eliminar todos los datos almacenados en un FILE seleccionado por medio de la función **CLEAR**. Al ingresar a esta aplicación aparecerá en el visor el mensaje ***CLR?***.
Oprima [CAL ENT] para confirmar, quedando de esta manera el FILE sin valores acumulados y sin afectar a los FILES restantes.

Transmitir datos de un archivo

La función **SEND** permite transmitir los datos almacenados en un FILE seleccionado.

Para ello debo conectar el ***DR-4 DL*** a un dispositivo determinado, con el cable RS232 provisto con el equipo.

Una vez seleccionada esta opción, oprima CAL/ENT y de esta manera serán transmitidos todos los valores acumulados en el FILE escogido.

Con **ESCAPE** vuelvo al nivel de selección de FILES.

NOTA: Para salir de cualquiera de estos niveles, se debe presionar la tecla FUN la cual permite pasar al modo menú y recorrer las distintas opciones. Una vez seleccionada la función deseada, se ingresa a la misma con la tecla CAL/ENT.

VI) SALIDA DEL MENÚ DE FUNCIONES

Por último, para salir del menú de funciones adicionales, aparece en el visor el mensaje ***ESCP*** . Entonces, oprima la tecla CAL/ENT para retornar al modo MEDICIÓN.

ALIMENTACIÓN

El ***DR-4*** está alimentado por 2 pilas alcalinas tipo AA de 1,5 V. Para el reemplazo de las baterías se debe desenroscar el tapón (también utilizado como base de medición para control de funcionamiento del ***DR-4***) ubicado en la tapa superior del equipo. Las pilas van alojadas, una a continuación de la otra, de manera que el borne positivo de las mismas, quede hacia abajo.

Apagado Automático

El ***DR-4*** se apaga en forma automática después de un lapso aproximado de 2 minutos y ½ sin uso, para economizar el consumo de las baterías.

Autonomía

El ***DR-4*** posee una autonomía de aproximadamente 60 horas de uso continuo.

NOTA: los cálculos de esta estimación fueron tomados con el MODO ILUMINACIÓN desactivado.

Indicación del Nivel de Baterías

El ***DR-4*** indicará en el visor cuando el nivel de carga de las baterías no sea el adecuado con el mensaje ***LbAt*** . Este mensaje se repetirá cada quince segundos. Aún cuando aparezca dicho mensaje se pueden tomar mediciones.

Cuando las baterías estén agotadas, aparecerá en el visor la leyenda ***bAt*** y el ***DR-4*** se apagará automáticamente.

NOTA: Si no se utilizara el ***DR-4*** por un tiempo prolongado es conveniente retirar las pilas, para protección del equipo ante un eventual sulfatado de las mismas.

SELECCIÓN DE TRANSDUCTOR

El ***DR-4*** es capaz de realizar mediciones en una amplia gama de materiales, desde diversos metales hasta vidrios y plásticos. Sin embargo, distintos tipos de materiales, requerirán el uso de diferentes transductores. La elección del transductor correcto es decisivo para realizar, fácilmente, mediciones precisas y seguras. Los párrafos siguientes relatan las características más importantes de los transductores, las que deben tenerse en cuenta cuando se elige un transductor para un trabajo específico.

Técnicamente hablando, el mejor transductor para un trabajo es aquel que envía suficiente energía ultrasónica hacia el material ensayado para que un eco fuerte y estable, sea recibido por el ***DR-4***. Distintos factores afectan la intensidad del ultrasonido en su recorrido. Estos son detallados a continuación:

- **<u>Intensidad de la Señal Inicial</u>**

Cuanto más fuerte sea la señal emitida, más fuerte será el eco que retorna. La intensidad de la señal inicial depende, en gran medida, de la cantidad de energía ultrasónica emitida por el transductor. Un área de emisión grande enviará más energía hacia el material ensayado, que un

área de pequeña emisión. De este modo un transductor de 12,70 mm (1/2 inch) emitirá una señal más fuerte que otro de 6,35 mm. (1/4-inch).

- **Absorción y dispersión**

Cuando el ultrasonido "viaja" a través de cualquier material, es absorbido parcialmente. Si el material a través del cual viaja tiene una estructura algo porosa, las ondas del sonido experimentarán una dispersión. Ambos efectos reducen la intensidad de las ondas, y de esta manera la capacidad del ***DR-4*** para detectar el eco.

Las frecuencias más altas de ultrasonido son absorbidas y dispersadas más que las frecuencias más bajas de ultrasonido. Mientras puede parecer que usando transductores de frecuencias más bajas sería ser mejor en todas las instancias, debemos tener en cuanta que las bajas frecuencias son menos direccionales que las altas. Así, un transductor de alta frecuencia puede ser una mejor elección para detectar la exacta localización de pequeños poros o defectos en el material que es medido.

- **Geometría del Transductor**

Las condiciones físicas del ambiente de medición determina, a veces, el transductor adecuado para hacer cierto trabajo. Algunos transductores pueden simplemente ser demasiado grandes para usarse en áreas

estrechas y restringidas. También, el área de la superficie disponible para el contacto con el transductor, puede ser limitadora, requiriendo el uso de un transductor con una cara de contacto pequeña. Las mediciones sobre una superficie curva, tal como la pared del cilindro de un motor, pueden requerir el uso de un transductor con una cara de contacto curva coincidente.

- **Temperatura del Material**

Cuando es necesario medir sobre superficies excesivamente calientes, deben usarse los transductores para alta temperatura. Estos transductores son construídos usando materiales especiales y técnicas que les permiten soportar altas temperaturas sin daños. Se debe tener cuidado cuando se realice una puesta a cero o se calibre con un espesor conocido, con un transductor de alta temperatura. *(ver el* ***Apéndice B,*** *para más información sobre medición de materiales con un transductor de alta temperatura).*

La selección del transductor apropiado es, a menudo, una cuestión de análisis entre sus varias características. Puede ser necesario experimentar con una variedad de transductores a fin de encontrar uno que trabaje mejor, haciendo cierta tarea. ***Mess Instrumentos de Medición y Control*** puede proveer asistencia técnica en la elección de un transductor, y ofrece una amplia gama de transductores para su evaluación en aplicaciones especiales.

APÉNDICE A

Especificaciones del Instrumento

Física

Peso: 285 gr.

Tamaño: 63,50 (ancho) x 120,60 (alto) x 31,75 (espesor) mm.

Temperatura de operación: -25 a 50

Gabinete: Cuerpo de aluminio, resistente y aislado.

Teclado

Membrana sellada, resistente al agua y derivados del petróleo.

Alimentación

Dos pilas alcalinas AA de 1.5V, o de NiCd de 1.2V. Autonomía de operación: con pilas alcalinas, 100 hs; con NiCd, 60 hs.

Display

Display de cristal líquido, 4 ½ dígitos, números de 12,70 mm. de altura con iluminación interna.

Medición

Rango: 0,635 a 500 milímetros (0.025 a 19.999 inches)

Resolución: 0,01 milímetro (0.001 inch)

Precisión: ± 0.5 % mediciones cercanas al punto de calibración

± 2 % en el resto de la escala

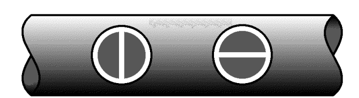
Rango Veloc. Sonido: 2000 a 9999 m/s (0.0787 a 0.3937 in/µs)

APÉNDICE B

Notas de Aplicaciones

- **Medición de caños y tubos**

Cuando medimos una pieza tubular, para determinar el espesor de la pared del tubo, la orientación de los transductores es importante. Si el diámetro del tubo es mayor de aproximadamente 100 mm. (4 inches), las mediciones deben ser hechas con el transductor orientado de modo que la ranura de la cara de apoyo del transductor esté perpendicular (en ángulo recto) al eje del tubo. Para tubos de diámetros pequeños, deben hacerse dos mediciones: una con la ranura de la cara de contacto del transductor, perpendicular y otra paralela al eje del tubo. El menor de los dos valores mostrados, deberá tomarse como el espesor de este punto.



Perpendicular   Paralelo

- **Medición de superficies calientes**

La velocidad del sonido, a través de una substancia, dependerá de su temperatura. Cuando los materiales se calientan, la velocidad del sonido en ellos disminuye . En la mayoría de las aplicaciones en superficies , con

temperaturas menores a los 100°C (212°F), no se requiere ningún procedimiento especial. Con temperaturas superiores a este punto, el cambio en la velocidad del sonido del material ensayado comienzan a tener un efecto notable sobre la medición ultrasónica.

Para temperaturas elevadas, se recomienda que el usuario realice un procedimiento de **calibración** (*ver pág. 17*) en una muestra de espesor conocido, el cual esté a la temperatura, o cerca de ella, del material a ser medido. Esto permitirá al ***DR-4*** calcular correctamente la velocidad del sonido a través del material caliente.

Cuando realizamos mediciones sobre superficies calientes, puede ser necesario usar un transductor para altas temperaturas especialmente construído. Estos transductores son fabricados usando materiales que pueden soportar altas temperaturas. Se recomienda que el palpador quede en contacto con la superficie por un corto tiempo, el necesario para obtener una medición estable. Mientras el transductor está en contacto con una superficie caliente, comenzará a calentarse y a través de la disipación térmica y otros efectos, se podrá afectar la precisión de las mediciones.

- **Medición de materiales laminados**

En los materiales laminados su densidad (y por lo tanto su velocidad del sonido) puede variar considerablemente de una pieza a otra. Algunos materiales laminados pueden mostrar notables cambios en la velocidad del sonido, comparado con la de una superficie simple. La única manera confiable de medición de tales materiales es realizando un procedimiento de calibración en una muestra de espesor conocido. Idealmente, esta muestra de material debe ser una parte de la misma pieza a medirse, o al menos del mismo lote de laminación. Calibrando individualmente cada pieza de prueba, los efectos de variación de la velocidad del sonido serán minimizados.

Hay que tener en cuenta, cuando se miden laminados, que algunos tienen burbujas de aire o fisuras, ello causará una temprana reflexión del haz ultrasónico. Este efecto será notado como un repentino decrecimiento en el espesor de una superficie regular. Si bien esto impide al usuario realizar mediciones seguras del espesor total del material, indica la existencia de burbujas de aire o fisuras en el laminado.

APÉNDICE C

Velocidad del Sonido en los Materiales Comunes

MATERIALES	LONGITUD DE ONDA (M/S)
ACERO (DOBLE)	5750 / 5950
ACERO (FERRÍTICO)	5920
ACERO INOXIDABLE (AUSTENÍTICO)	5650 / 5850
ACERO, FUNDICIÓN DE (AUSTENÍTICO)	5730
ACRÍLICOS	2670 / 2770
ALUMINIO	6320
BRONCE (CUZN30)	4700
BRONCE (CUZN40)	4400
CADMIO	2780
COBRE	4700 / 5000
EPOXY (RESINA)	2600 / 2840
ESTAÑO	3320
GOMA DURA	2200 / 2540
HIERRO (SIN ALEACIÓN)	5960
HIERRO, FUNDICIÓN DE (LAMINADO)	3800 / 4700
HIERRO, FUNDICIÓN (NODULAR)	5100 / 5700
HIERRO, FUNDICIÓN DE (VERMICULAR)	4700 / 5500
INCONEL	5700
MAGNESIO	5800
MONEL	5300 / 6000
NÍQUEL (BLANDO)	5610
NÍQUEL (DURO)	5810
ORO	3240
PLATA	3600
PLATINO	3960
PLEXIGLASS (PMMA)	2730
PLOMO	2150
POLIAMIDA (6.6 NYLON)	2600
POLICARBONATO	2290
POLIESTIRENO	2350
POLIETILENO	2500 / 2530
POLIPROPILENO	2000 / 2600
POLIVINILCLORÍDRICO	2200 / 2400
PORCELANA	5600 / 6200
SILICIO	8950
TITANIO	6100 / 6230
TUNGSTENO	5200 / 5460
URANIO	3200 / 3380
VIDRIO (VIDRIO CORONA)	5800
VIDRIO (VIDRIO DE SEGURIDAD)	6080
ZINC	4190
ZIRCALOY	4700

Mess s.a. **Soluciones al Servicio de su Calidad**

- **Mess s.a.** **Instrumentos de Medición y Control** tiene un soporte de ayuda al cliente para asistir a los usuarios con dificultades o respuestas a preguntas no contenidas en este manual. Para asistencia al cliente dirigirse por carta, teléfono, fax o e-mail a:

- Nicaragua 4621 Caseros
  B1678CKE Tres de Febrero
  Prov. Buenos Aires - Rep. Argentina

- Tel / Fax : (011) 5291-0460 / 61

- E-mail : servicio@messmedicion.com.ar
  Http : // www.messmedicion.com.ar